Aus der prothetischen Abteilung (Leiter: Dr. Buchsot) der Universitätsklinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten (Direktor: Professor Dr. Hauberisser) in Erlangen

Aktuelle Bestrebungen zur Funktionsverbesserung der Vollprothese und Versuch einer Systematik der funktionellen Anforderungen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde

der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

Edwin Wirner
approbierter Zahnarzt aus Bamberg.

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Mai 1938.

Buchdruckerei M. Krahl, Erlangen-Bruck
1938

1938/143

Dekan: Professor Dr. med. Richard Greving
Referent: Professor Dr. med. Edwin Hauberrisser.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Wenn auf dem Gebiete der totalen Prothese in den letztvergangenen Jahren Fortschritte erzielt wurden, so liegen diese, abgesehen von Verbesserungen der Werkstoffe, fast ausschließlich in dem Ausbau und der Differenzierung der Abdruckmethoden begründet. Die wesentlichsten Vorteile der heutigen „physiologischen" Abdruckverfahren, zu denen grundsätzlich auch die modernen Unterfütterungsmethoden gerechnet werden müssen, sind:

1. Die Möglichkeit, die prothesentragenden Gewebe so abzuformen, wie sie unter der in Funktion stehenden Prothese aussehen, also Berücksichtigung der verschiedenartigen Dicke und Verschieblichkeit der Schleimhaut.

2. Die Möglichkeit, den Kaudruck auf umfangreiche Kieferabschnitte zu übertragen, also Berücksichtigung der begrenzten Belastungsfähigkeit der Schleimhaut.

3. Die Möglichkeit, in sehr vielen Fällen den Luftdruck zur Verankerung heranziehen zu können, ohne wie beim Gummisauger eine Schädigung des Kiefertegumentes fürchten zu müssen. (Ventilrandgestaltung).

Die ersten Versuche in dieser Richtung liegen lange zurück. Schrott beschrieb schon 1864 eine Methode, die man durchaus als Guttaperchafunktionsabdruck bezeichnen kann und Momme berichtete 1872 über ein Unterfütterungsverfahren mit Wachs, das sich grundsätzlich nicht von den heutigen Methoden unterscheidet. Wie es so oft geschah, mußten die Verfahren dieser deutschen Autoren erst von Amerikanern propagiert werden, um Anerkennung zu finden. In unserem Falle waren es Green, Supplee und Tench (GST-Methode), die einen funktionellen Kompressionsabdruck beschrieben, welcher der ausschließlichen Verwendung des anatomischen Abdruckes ein Ende bereitete. Der Fortschritt des letzten Jahrzehntes, zu dem

vor allem Spreng, Rehm, Schröder und Wustrow beitrugen, ist darin zu erblicken, daß die Indikationsbreite der einzelnen Verfahren umrissen wurde, daß ferner das Material so verbessert und die Technik so vereinfacht wurde, daß heute jeder Praktiker zu diesen Methoden greifen kann. Für totale obere Prothesen bringt die Ventilrandgestaltung in so gut wie allen Fällen sicheren Halt, bei der unteren Vollprothese gelingt es dagegen nur in ungefähr 30% der Fälle, den Luftdruck zur Verankerung heranzuziehen. Hier reicht die Mundboden- und Wangenmuskulatur sehr weit an den meist stark atrophierten Alveolarfortsatz heran und zerstört während ihrer Funktion die Ventilwirkung. Zudem ist im Unterkiefer der Uebergang von beweglicher zu unbeweglicher Schleimhaut meist ein unmittelbarer. Es fehlt also die im Oberkiefer gut ausgebildete Grenzzone zum Einbetten des Ventilrandes. Jedoch wurde für den unteren Totalersatz eine Reihe von zusätzlichen Verankerungsmethoden ausgearbeitet, von denen die Flügelfortsätze (Neil, Ehrike, Rehm), die leistenförmigen bukkalen Kautschukwülste in der Molarengegend (Falck) und die unter die Zunge greifenden Kautschukspangen (Fish) als die gebräuchlicheren genannt seien.

Kritisch ist zu den letztgenannten Methoden (die Wiener Schule faßt sie unter den Namen „Muskelstützen" zusammen) zu bemerken, daß sie eben nur als zusätzliche Befestigungsmittel in Frage kommen können, weil ein sicherer Halt an der beweglichen Mundmuskulatur nie zu erreichen ist. Eine Ausnahme machen die Flügelfortsätze dann, wenn für sie eine unbewegliche Zone unterhalb oder hinter der linea mylohyoidea ermittelt werden kann. Untersuchungen an 35 Patienten mit Totalersatz zeigten solche bewegungsfreie Bezirke, die man sich als von vornherein muskelfrei und oder von atrophischer Muskulatur ausgefüllt denken muß, in ungefähr der Hälfte der Fälle und vorwiegend bei älteren Individuen. Die Einschränkung Falcks, daß die Flügelfortsätze gerade bei stark involviertem Unterkiefer versagen, kann nur insofern bestätigt werden, als hierbei Fortsätze unter die linea mylohyoidea

meist nicht mehr in Frage kommen. Dagegen wird man oft noch mit Erfolg Flügel hinter die linea mylohyoidea in die fovea retromolaris oder, wie Falck sie nennt, fovea retroalveolaris reichen lassen können.

Die Beschwerung des Unterstückes durch Verwendung von sogenanntem Amalgamkautschuk oder Anbringung einer Zinnbasis ist für die Verankerung nicht besonders wirksam. Zu Mißerfolgen führt sie, wenn der Patient beruflich gezwungen ist, in gebückter Stellung zu arbeiten, ferner auch in den allerdings seltenen Fällen, wo der Alveolarfortsatz stark nach vorne abfällt. Solche Prothesen sind unbrauchbar, weil sie die Neigung haben, nach vorne aus dem Mund zu gleiten. Es werden aber auch insofern Bedenken geäußert, als unter dem schweren Ersatzstück der Kiefer schneller zum Schwund kommen könne.

Um wenigstens einen Teil des Alveolarfortsatzes vor der Atrophie zu bewahren, ihn also zur Verankerung heranziehen zu können, wird man erhaltungsfähige Wurzeln in jedem Falle konservieren und mit Metallkäppchen schützen. Unzweckmäßig ist es aber, der Prothese an den Käppchen selbst Halt geben zu wollen. Die Verschieblichkeit der Prothese auf der Schleimhaut überschreitet in jedem Falle weit die Nachgiebigkeit des periodontalen Halteapparates und so kommt es zu schneller Lokkerung der Wurzeln. Man muß also die Prothesenbasis um die Käppchen herum aussparen und den Patienten ermahnen, durch gewissenhafte Mundpflege sein Teil zur Erhaltung beizutragen.

Der Vollständigkeit halber sei noch angeführt, daß für verzweifelte Fälle die Möglichkeit der chirurgischen Tieferlegung der Muskelansätze gegeben ist. Solche Alveolarkammplastiken wurden und werden am Erlanger Universitätsinstitut in einer großen Zahl von Fällen mit bestem Erfolg durchgeführt und die Befürchtung Falcks, daß durch schnellen Schwund des künstlichen Kammes der Halt der Prothese bald wieder zu Verlust kommen

könne, muß nach den umfangreichen Erfahrungen Hauberrissers als unbegründet zurückgewiesen werden.

Zusammenfassend kann aber doch festgestellt werden, daß heute das Problem der sicheren Befestigung unserer Vollprothesen, das Problem der Fixation also, als im Rahmen des Erreichbaren gelöst betrachtet werden kann. Die gute Fixation stellt aber nur einen Teil der Anforderungen dar, die an die totale Prothese gestellt werden müssen. Wenn bei der belasteten Prothese, also beim Kauakt, Kipp- oder Schubmomente auftreten, so reichen die Fixationsmittel nicht zur Kompensation dieser Kräfte aus. Die Schleimhaut verträgt $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Kaudruckes, den das physiologisch verankerte natürliche Gebiß aufzunehmen vermag. Das sind maximal 20—30 kg. (Wustrow). Wenn auch nur ein Teil dieser Kräfte den Fixationskräften entgegenwirkt, so genügen letztere nicht zum Ausgleich. Die Prothese löst sich vom Kiefer, wird also funktionsuntauglich. Sind die schädlichen Kräfte relativ klein, so können sie von der festverankerten Ventilrandprothese vielleicht längere Zeit ohne Loshebelung vertragen werden. Es sind aber dann Rückwirkungen auf Kiefertegument und Kieferknochen zu fürchten, die früher oder später die Randabdichtung zerstören. Wenn für die zahnärztliche Prothetik die Aera der biologisch-funktionellen Orientierung herangebrochen sein soll (Geier), dann muß gerade dieser Gesichtspunkt besondere Beachtung finden. Es ist also dafür zu sorgen, daß alle beim Kauen und überhaupt bei der Artikulation der Zahnreihen freiwerdenden Kräfte die Prothesenbasis im Sinne einer Verankerung treffen. Wenn dann noch die Artikulationsbewegungen reibungslos von einer Phase in die andere übergehen können (das ist wichtig zur Vermeidung der besonders vererblichen Horizontalschubkräfte), dann ist eine Loslösung der Prothese auch während der Funktion nicht mehr zu befürchten und damit das Ziel der Stabilisierung erreicht.

Das Kiefertegument wird auf die notgedrungen unphysiologische Beanspruchung auf Druck immer reaktive

Erscheinungen zeigen. Es ist aber im Interesse des Dauererfolges unserer prothetischen Maßnahmen zu verlangen, daß die Veränderungen ein gewisses, wenn man so sagen will, halbphysiologisches Maß nicht überschreiten. Als dritter wichtiger Punkt muß also die Schonung des prothesentragenden Mundgewebes genannt werden. Bei all diesen Ueberlegungen darf man das eigentliche funktionelle Ziel des Zahnersatzes natürlich nicht übersehen, nämlich die Wiederherstellung ausreichender Kaufähigkeit.

Faßt man obige Gesichtspunkte zusammen, so ergeben sich für die Vollprothese neben selbstverständlichen kosmetischen, phonetischen und hygienischen Notwendigkeiten und Ansprüchen materialkundlicher Art folgende funktionellen Anforderungen:

1. Gute Fixation.
2. Gute Stabilisierung.
3. Schonung des prothesentragenden Mundgewebes.
4. Ausreichender Nutzeffekt.

Die gute Fixation eines abnehmbaren Ersatzes zeigt sich darin, daß die Prothese bei den sogenannten Leerbewegungen des Unterkiefers (Wustrow), beim Reden, Singen und Lachen, fest an Ort und Stelle bleibt. Auch muß die Fixation die Loslösung der Ersatzstücke verhindern, wenn beim Genuß zäher, klebriger Speisen die Kiefer geöffnet werden. Nicht vergessen sei, daß der feste Sitz auch eine wichtige Voraussetzung für die Gewöhnung des Patienten an den Fremdkörper Prothese darstellt. Bei unsicher sitzenden Stücken sind verstärkte psychische Widerstände zu erwarten. Wie schon dargelegt, hat die Frage der Fixation im vergangenen Jahrzehnt eine im wesendlichen befriegende Lösung gefunden.

Das Ziel der Stabilisierung ist dann erreicht, wenn die bei Artikulation und Kauakt freiwerdenden Kräfte nicht Kipp- oder Schubwirkungen auf die Prothesenbasis auslösen, sondern möglichst noch ihr Teil zur Verankerung beitragen. Das ist aber gleichbedeutend mit der Forderung richtiger statischer Anordnung der Kunstkauflächen

und fehlerfreier Artikulation. Aus der Untersuchung von Patienten deren Versorgung mit Totalersatz $^1/_4$ bis 6 Jahre zurücklag, ergab sich eindringlich, daß hier die wichtigste Fehlerquelle für die Vollprothese überhaupt liegt.

Den überzeugendsten Beweis liefern jene Fälle, wo der Patient mit festsitzenden Ersatzstücken zufrieden aus der Behandlung geht, bald aber über zunehmend schlechteren Sitz zu klagen hat. Es wird dann meist eine konstitutionell bedingte, abnorm schnelle Kieferresorption angenommen und mit wiederholten Unterfütterungen der Sitz der Stücke immer wieder verbessert. In der Mehrzahl der Fälle sind aber die Gründe für den Mißerfolg andere: Falsche statische Einrichtung der Kauflächen führte zu Kippmomenten beim Kauen oder störende Höcker bewirkten, daß bei den Artikulationsbewegungen ruckweise auftreffende Horizontalschübe auf die Alveolarfortsätze fortgepflanzt wurden. In der Aera des anatomischen Abdruckes, wo die Adhäsion das wichtigste Fixierungsmittel war, gaben sich solche Fehler in der ständigen Loshebelung der Prothesen zu erkennen. Die Ersatzstücke waren unbrauchbar, wenn nicht schon vorsorglich eine Saugevorrichtung angebracht worden war. Andernfalls wurde meist nicht die eigentliche Ursache beseitigt, sondern eben nachträglich ein Sauger eingebaut. Solche Behelfslösungen zeitigen natürlich funktionell minderwertige Ergebnisse und haben wegen der zu erwartenden Schleimhaut- und Knochenschädigung in der heutigen Prothetik nur in Ausnahmefällen Platz. Janke hat neuerdings die zuerst proliferativen, später destruktiven, mit Knochenzerstörung einhergehenden Veränderungen durch den Reiz des Saugers beschrieben und kommt zu dem Schluß, daß auch neuartige Saugerformen, wie z. B. das K-Z-Ventil, diese in hohem Grade unbiologische Wirksamkeit entfalten.

Wenn untere Vollprothesen sonst gut vertragen werden, beim Essen aber aus dem Mund genommen werden müssen, dann hat das häufiger in schlechter Stabilisierung seinen Grund, als in mangelnder Belastungsfähigkeit der Schleimhaut. Bei den heutigen Ventilrandprothesen, also

vorwiegend bei Oberstücken, führen die oben aufgezeigten Verstöße gegen Statik und Artikulation meist nicht zu sofortiger Loshebelung und Kauuntüchtigkeit. Aber die ständig auftretenden Kipp- oder Schubkräfte geben zu pathologischen Schleimhaut- und Kieferveränderungen Anlaß, wie sie von Grohs und Szabô beschrieben worden sind. Solche Stücke verursachen immer wieder auftretende Druckstellen, weil durch Beschleifen der Basis dem Uebel natürlich nicht abgeholfen werden kann, und die Prothese verliert durch überstürzte Umbauvorgänge an den tragenden Geweben bald ihren Halt. In anderen Fällen, wo die schädlichen Kipp- oder Schubkräfte kleiner und die Mundgewebe widerstandsfähiger sind, kann es Monate dauern, bis der Patient eine Verschlechterung des Prothesensitzes beobachtet. Die anfänglichen Klagen sind die, daß beim Kauen auf einer Kieferseite die Gegenseite der Prothese „Luft ziehe“ und dann abkippe. Wie lange dieser Zustand ertragen wird, ist eine Frage der Geschicklichkeit oder Anspruchslosigkeit des Patienten. Das Endergebnis ist das gleiche wie oben. Der Funktionsrand geht verloren und jetzt löst jede Kaubewegung das Ersatzstück vom Kiefer. Wenn solche unbrauchbar gewordenen Stücke heute unterfüttert werden, so ist das prinzipell nicht besser zu bewerten als der Einbau eines Saugers von früher. Denn der eigentliche Fehler wird nicht behoben und es ist zu erwarten, daß sich in absehbarer Zeit der gleiche Mißerfolg einstellt.

Die Stellung der künstlichen Zähne zum Alveolarkamm wird allgemein nach den Regeln Gysis vorgenommen. Alle Aufstellvorschriften haben zum Ziel, die Kauflächen so anzuordnen, daß der Kaudruck in jedem Falle auf die Kammlinie trifft oder sich oralwärts davon auswirkt. Ein Abkippen ist dann ausgeschlossen. Im Frontzahnbereich müssen allerdings die oberen Zähne sehr oft viel weiter labialwärts zu stehen kommen, als statisch zu verantworten ist. Dagegen gilt für die unteren Frontzähne der Satz, daß die senkrechte Verlängerung ihrer Schneidekanten auf die Kammlinie oder lingualwärts davon fallen

muß. Bei statisch ungünstiger Stellung der oberen Frontzähne wird oft empfohlen, für die unteren eine Kautschukaufbißfläche zu schaffen. Wie dadurch die Abbeißfunktion gefördert werden soll, ist aber schwer einzusehen. Den Frontzähnen obliegt doch lediglich, aus einem größeren, mehr oder minder harten Nahrungsbrocken ein kleineres Stück abzutrennen, das dann von der Zunge zur Weiterverarbeitung in das Kauzahngebiet gebracht wird. Daneben können die vorderen Zähne noch zum Festklemmen mannigfacher Gegenstände Verwendung finden. Angenommen, es soll ein Apfel angebissen werden, so kann die Kautschukleiste überhaupt nicht in Anspruch genommen werden. Ist von einem Stück Schokolade ein Teil abzubeißen, so ist es undenkbar, daß die Kraftentfaltung nur zwischen den Schneiden der unteren Frontzähne und der Aufbißfläche zustandekommt. Es werden immer die oberen Frontzähne mitbelastet werden, es wird also auch stets zu einer Kippwirkung kommen. Ganz ähnlich ist es beim Festklemmen einer Zigarrenspitze, eines Nähfadens o. ä. In solchen Fällen ist es besser, auf die Sicherung des Abbisses ganz zu verzichten und die Speisen so vorschneiden lassen, daß sie gleich im Seitenzahngebiet zerkaut werden können. Die Patienten stellen sich bei geeigneter Anleitung sehr schnell auf die neuen Verhältnisse um, zumal sie so gut wie immer schon vor Anfertigung des Totalersatzes die Nahrung hatten vorschneiden müssen. Außerdem kann eine sorgfältig modellierte Randabdichtung oft das Kippmoment gut und dauernd ausgleichen und eigenartigerweise sind dabei nachträgliche Schädigungen des Ventilrandes nicht zu beobachten. Vielleicht kommt das daher, daß die schädliche Beanspruchung relativ selten und immer nur ganz kurze Zeit vorgenommen wird.

Abwegig wäre es, dem Abkippen durch Schaffung eines Artikulationsgleichgewichtes, in diesem Falle des Dreipunktkontaktes in Vorbiß-Stellung begegnen zu wollen. Er muß in dem Augenblick der stärksten Druckanwendung, wo die Speisezwischenlage von den Zähnen zertrennt werden soll, versagen. Diese Ueberlegung gilt

sinngemäß auch für das Seitenzahngebiet. Es ist also nicht möglich, durch Herstellung eines Artikulationsgleichgewichtes statische Fehler auszugleichen. Allenfalls könnte der Abbiß durch schiefene Ebenen hinter den letzten Molaren (Eltner, Rumpel, Wustrow), wie man sie gelegentlich auch für Bläserprothesen empfiehlt, abgestützt werden. Aber durch die schiefenen Ebenen werden die Kieferbewegungen zu sehr eingeschränkt, als daß sie allgemeine Anwendung finden könnten.

Im Seitenzahngebiet liegt die Aufstellungsschwierigkeit, vor allem darin, daß der Oberkieferbogen meist kleiner ist als der Unterkieferbogen und der Größenunterschied mit der Involution der Alveolarfortsätze noch zunimmt. Nach den Regeln der klassischen Artikulationslehren genügt es, wenn die Längsachsen der künstlichen Zähne mit der sogenannten interalveolären Linie, das ist die Verbindende der Ober- und Unterkieferkämme, zusammenfällt. Nach Villain entsteht so ein Abstützungskegel und jeder innerhalb dieses Kegels wirksam werdende Druck befestigt die Prothese. Als Anhänger der Kugeltheorie (Monson) empfiehlt Villain, die Kauflächen auf eine Kalotte zu bringen, deren Radius mit der interalveolären Linie zusammenfällt. Eine horizontale Anordnung der Kauflächen hält er für unrichtig, da der Zungenraum zu stark eingeengt würde. Gysi gibt jedem Zahn eine ganz besondere Neigung in der Transversalen, die er in Anlehnung an das Gesetz von der transversalen Niveaudifferenz (Walker) ermittelt hat.

Hiltebrandt übt an diesen Vorschriften heftige Kritik. Er zeigt, daß nach dem Gesetz der schiefen Ebene die Kaukraft von den schrägen Höckerflächen in 2 Komponenten zerlegt wird. Ein Teil des Kaudruckes wird parallel zur Höckerfläche abgelenkt und wirkungslos, der andere bekommt eine Richtung senkrecht zur schiefen Ebene. Aus dieser elementaren physikalischen Ueberlegung heraus wird unwiderleglich klar, daß die Befolgung der bisherigen Aufstellvorschriften nicht die Sicherheit einwandfreier statischer Verhältnisse gibt. Hiltebrandt

verlangt, daß der Oberkieferzahn immer senkrecht zur Kaudruckrichtung steht und seine Längsachse gleichzeitig die Kammlinie trifft. Der Unterkieferzahn kommt zweckmäßig in die interalveoläre Linie. Diese Anordnung ist bei Verwendung des Hiltebrandtschen Abrasionszahnes besonders leicht durchzuführen. Die Kreuzbiß-Stellung hält Hiltebrandt für gänzlich verfehlt, weil hier nur die bukkalen Höcker der oberen Molaren belastet werden und diese immer etwas außerhalb der Kammlinie stehen.

Um eine übergroße Einengung des Zungenraumes zu vermeiden, ist es nötig, die Zähne so weit, als es statisch zu veranworten ist, nach vestibulär zu stellen. Wie man die Aufstellung auch vornimmt, es ist immer zu fordern, daß bei der Einprobe der in Wachs fertiggestellten Stücke besonderer Wert auf die Korrektur statischer Fehler gelegt wird. Dabei ist ohne weiteres einzusehen, daß man die statischen Verhältnisse bei den modernen Kauzahnformen mit ihrer einfachen, übersichtlichen Kauflächengestaltung sicherer beurteilen und verbessern kann als bei den anatomischen Zähnen mit ihrer Vielzahl verschieden geneigter Höckerflächen.

Wie schon kurz dargestellt, wirken aber nicht nur Verstöße gegen die Statik und die sich daraus ergebenden Kippkräfte vernichtend auf die tragenden Kieferteile, auch Horizontalschübe bei den Artikulationsbewegungen können zu überstürztem Alveolarschwund führen. Kippwirkungen sind dann zu befürchten, wenn gröbere, härtere Nahrungsbrocken durch vertikalen Kaudruck zu zerteilen sind und die Kräfte in die Kippzone fallen. Sie treten also schon auf, ehe die Zahnreihen in Kontakt kommen. Horizontal wirkende Schubkräfte dagegen sind dann zu befürchten, wenn die letzte Phase des Kauaktes gekommen ist, also durch Aneinandergleiten der Kauflächen die Nahrung vollends zermahlen und zerrieben werden soll. Damit ist eine zweite für die Stabilisierung wichtige Forderung aufgestellt, nämlich Vermeidung von Artikulationshemmungen. (Die Gysische Vierphasentheorie des Kauaktes wurde diesen Betrachtungen absichtlich nicht zu-

grundegelegt, weil, wie noch später darzulegen sein wird, gegen ihre Gültigkeit begründete Zweifel bestehen).

Die Artikulation kann durch Fehler der Zahnstellung gestört sein. Grobe Abweichungen von den individuellen Kieferbewegungen können auch durch die zweifellos kompensierend wirkende Resilenz von Schleimhaut und Kiefergelenk nicht immer ausgeglichen werden. Oder es wurden beim Vulkanisieren Zähne verpreßt. Die letztgenannte Fehlerquelle ist stets gegeben. Die Ersatzstücke müssen also immer, am besten im Munde, eingeschliffen werden, selbst wenn die Utopie exakter Wiedergabe der individuellen Unterkieferschwingungen einmal Wirklichkeit werden könnte.

Weiterhin birgt aber auch schon die Hochhöckerform der Kauzähne die Gefahr schädlicher Horizontalbelastungen von Schleimhaut und Kieferknochen in sich. Wilwers veranschaulicht das durch folgendes Experiment:

„Man gießt zu einem Unterstück ein Gipsmodell, dessen untere Fläche eben ist. Dann stellt man dieses Gipsmodell mit der darauf befindlichen Prothese auf einige Kugeln. Hierauf hält man das obere Stück in Protrusionsstellung (Höcker auf Höckerstellung) und übt damit einen Druck auf das Unterstück aus. Die Zahnreihen erhalten hierdurch die Tendenz in Zentralokklusion zu gleiten. Hierbei rollt das untere Gipsmodell rückwärts (sagittales Schubphänomen)".

Der gleiche Vorgang spielt sich im Munde des Patienten ab. Je steiler die Höckerfacetten sind, desto größer ist die Verschiebungstendenz. Bei 45° Höckerneigung wird die ganze Kaukraft in Horizontalschub umgewandelt (Wilwers). Die Schubkräfte wirken sich vor allem auf das meist weniger fest sitzende Unterstück aus, im Gegensatz zu den Kippmomenten, die vor allem das Oberstück gefährden, weil wegen des kleineren Oberkieferbogens die Zähne hier gern in die Kippzone gestellt werden. An diesen Unterschied muß man denken, wenn bei unsicher sitzenden Stücken der Fehler ermittelt und beseitigt werden soll. In Fällen, wo steile Kondylenbahnneigung vorliegt

oder aus kosmetischen Gründen ein starker Schneidezahnüberbiß zu wählen ist, glaubt man heute noch Hochhöckerzähne empfehlen zu müssen. Auf Grund der bisherigen Ueberlegungen wird man aber besser tun, auch hier Flachzahnformen zu verwenden und den Kontakt der Zahnreihe bei der Artikulation durch Verstärken der Kompensationskurve sicherzustellen. Der Frage, ob der Dreipunktkontakt als Mindestforderung für die Funktionstüchtigkeit der totalen Prothese zu gelten hat, soll bei anderer Gelegenheit nachgegangen werden.

Aber auch bei einwandfreien statischen Verhältnissen und guter Artikulation ist eine übermäßige Beanspruchung des Kiefertegumentes und Kieferknochens selbst zu befürchten und zwar dann, wenn es nicht gelingt, die Prothesenbasis so zu gestalten, daß der Kaudruck entsprechend der Belastungsfähigkeit der Gewebe und über möglichst große Kieferabschnitte verteilt wird. Die unphysiologische Belastung der Schleimhaut auf Druck führt immer zu histopathologischen Veränderungen (Grohs). Mikroskopisch sind atypische Epithelwucherungen, in der Submucosa kleinzellige Infiltrationsherde und eine starke Kapillarvermehrung mit verschiedenartigen Stauungsbildern zu beobachten (Wannenmacher). Aber schwerere Schleimhautveränderungen und vor allen Dingen beschleunigter Knochenabbau können normalerweise durchaus vermieden werden. Wieweit solche Schäden für die Tumorgenese von Bedeutung sind, ist noch ungeklärt. Aber das kann nur ein Grund mehr sein, sie nach Möglichkeit hinanzuhalten.

Der moderne funktionelle Kompressionsabdruck will die Schleimhaut in belastetem Zustande abbilden, um so eine harmonische Druckverteilung sicherzustellen. Die funktionelle Randabformung macht es möglich, die äußerstenfalls verantwortliche Grenze des Plattenrandes zu bestimmen und so der zweiten oben aufgestellten Forderung gerecht zu werden, nämlich den Kaudruck auf möglichst umfangreiche Kieferabschnitte zu übertragen, also die Plattenbasis recht groß zu gestalten. Diese Forderung

spricht gleichzeitig das Urteil über den Gummisauger und die sogenannte gaumenlose Prothese. „Eine den Gaumen nicht bedeckende Ausgestaltung der oberen Platte kann dem Praktiker nicht empfohlen werden. Der längerdauernde sichere Halt solcher Ersatzstücke erscheint keineswegs gesichert". (Rehm).

Grohs bestreitet den Wert der Abdrucknahme unter Kompression der Schleimhaut. Villain unterstützt diese Ansicht und führt folgende Gründe an: Die komprimierten Gewebe drängen in dem Bestreben, ihre alte Form wiederzuerlangen, die Prothese von ihrer Unterlage fort und gefährden so die Fixation. Werden die nachgiebigeren Schleimhautpartien aber ständig komprimiert, so treten Störungen in der Gefäßversorgung auf und das, was verhindert werden sollte, die beschleunigte Resorption des prothesentragenden Gewebes, macht sich in verstärktem Maße geltend. Abgesehen davon, daß die praktische Erfahrung diese Befürchtung nicht bestätigt, sondern das Gegenteil zeigt, ist gegen diese Ansichten noch folgendes anzuführen: Die unbelastete Prothese wird allerdings etwas weiter vom Kiefer weg zu liegen kommen als die belastete, aber die üblichen Verankerungsmittel genügen vollkommen zum Ausgleich dieser minimalen Verschiebung. Der Ventilrand zeigt sich bei Verstößen gegen die Statik ungleich größeren Kräften längere Zeit gewachsen und wird diese kaum in Zahlen auszudrückende Verschiebung ohne Schaden ertragen. Die Prothesenbasis sitzt nie unverrückbar fest, sondern es werden beim Kauakt infolge der Resilenz der Schleimhaut immer winzige Lageveränderungen auftreten, die aber erfahrungsgemäß ohne jede Bedeutung sind. Buchsot weist darauf hin, daß bei entlasteten, also etwas abgehobenen Prothesen zwischen den strafferen Schleimhautpartien und der Prothesenbasis Zwischenräume entstehen, welche die Rolle kleinster Saugekammern spielen können. Werden diese Räume, wie es bei den absichtlich angelegten Saugekammern so gut wie immer geschieht, von hineinwuchernder Schleimhaut ausgefüllt, dann ist das kein Schaden. Denn dann liegt ja

die Prothese, ob belastet oder unbelastet, der Schleimhaut überall gleichmäßig an. Die Haftfähigkeit von Ventilrandprothesen wurde übrigens experimentell an Ersatzstücken untersucht, die nach verschiedenen Abdruckverfahren hergestellt waren. (Leisse). Nennenswerte Unterschiede ergaben sich dabei nicht.

Während des Kauaktes werden die dickeren, nachgiebigen Schleimhautbezirke sicher mehr komprimiert als die Umgebung und zwar bis zu dem Augenblick, wo sie dem auftretenden Druck den gleichen Widerstand entgegensetzen wie die Partien mit dünnerer Schleimhaut. Das ist ja der Sinn des Kompressionsabdruckverfahrens. Man kann aber doch zwanglos annehmen, daß in der Zeit, wo die Prothese nicht in Funktion steht oder gar nicht im Munde ist, die stärker gepreßten Schleimhautteile ausreichende Erholungsmöglichkeit finden. Die klinische Erfahrung spricht dafür und es liegen auch keine histopathologischen Beweise für die gegenteilige Annahme vor. Man denke an die immerhin umständlichen „geteilten" Abdruckmethoden (Gips + plastische Abdruckmassen) für partielle Prothesen, hauptsächlich Freiendprothesen. Diese Verfahren wurden doch nur deswegen ausgearbeitet um eine vorzeitige Kieferatrophie und damit ein Absinken der Ersatzstücke mit all seinen Folgen zu verhindern. Was man hier erfolgreich tut, muß auch für die totale Prothese seine Gültigkeit haben. Dabei soll nicht abgestritten werden, daß der „drucklos" genommene (Gips-)Abdruck bei günstigen Schleimhautverhältnissen (straffe Schleimhaut, die bei der Palpation keine größeren Dickenunterschiede aufweist), den Ansprüchen durchaus genügen kann. Man erzielt im Oberkiefer in vielleicht $^2/_3$ der Fälle mit Gipsfunktionsabdruck Ergebnisse, die nicht schlechter sind als die mit funktionellem Kompressionsabdruck. Eine gewisse Geschicklichkeit und Uebung ist dabei Voraussetzung, weil der Gips zur Ausgestaltung des Ventilrandes weniger lang formbar bleibt als die plastischen Massen. Im Unterkiefer sind die Schleimhautverhältnisse durchschnittlich ungünstiger gelagert. Hier wird man an häufiger

zum Abdruck mit Kompositionsmassen, zum Guttaperchakauabdruck (Spreng) oder als sicherst wirkendem Verfahren zur Unterfütterung der bereits vulkanisierten Prothese (Rehm) greifen müssen.

Ohne den drucklos arbeitenden Abdruckmethoden ihre Berechtigung abstreiten zu wollen, muß zusammenfassend zur Indikationsstellung der mannigfaltigen Verfahren folgendes festgestellt werden: Die ohne Kompression der Schleimhaut arbeitenden Abdruckverfahren bedürfen einer gewissenhaften Indikationsstellung, während es für den funktionellen Kompressionsabdruck in seinen verschiedenen Modifikationen so gut wie keine Gegenanzeige gibt.

Daneben ist natürlich auch die Wahl des Basismaterials für die Schonung der Schleimhaut von Bedeutung. Wo wegen besonderer Empfindlichkeit oder echter Idiosynkrasie Kautschuk oder Metall schlecht vertragen wird, stehen neue reizlose Werkstoffe wie Neohekolith und Gingivist zur Verfügung. In diesem Zusammenhang verdient auch noch eine Beobachtung Wannenmachers berücksichtigt zu werden. Er kennt „sensible" Schleimhautdecken mit mäßiger Submucosa, die durch ihre Glätte und Zartheit auffallen. Diese stellen gerade bezüglich des Werkstoffes bestimmte Anforderungen. „In solchen Fällen wird z. B. eine Metallplatte oft als sehr unangenehm empfunden, während eine Kautschukplatte, deren aufliegende Seite ebenfalls geglättet sein muß, ohne selbstverständlich die Genauigkeit zu beeinträchtigen, sich günstiger verhält. Man kann oft beobachten, daß nach einiger Zeit die Schleimhaut sich unter der Einwirkung der Kautschukplatte gekräftigt hat, daß sie ebenfalls durch eine Metallplatte belastet werden kann".

Bisher wurden drei für den funktionellen Wert der totalen Prothese maßgebende Faktoren abgehandelt: Fixation, Stabilisierung und Schonung des prothesentragenden Mundgewebes. Um das eigentliche funktionelle Ziel des Zahnersatzes erreichen zu können, muß diesen drei Punkten Genüge getan sein. Der Patient kann mit einem schlecht fixierten oder stabilisierten Stück nicht

kauen. Es geht auch nicht an, daß Schleimhaut und Knochen durch den Ersatz so beansprucht und geschädigt werden, daß die Prothese über kurz oder lang auf diese Art unbrauchbar wird. Das ist, auf die einfachste Formel gebracht, der Sinn der bisherigen Betrachtungen. Die bisher genannten Punkte geben nun den Rahmen ab, innerhalb dessen nun das Optimum an Kauleistung zu erstreben ist und zwar durch möglichst zweckmäßige, mechanisch hochwirksame Form der Kunstkauflächen, die gleichzeitig wieder den Gesetzen der Statik und Artikulation Rechnung tragen muß. Für die überhaupt erreichbare Kauleistung ist natürlich noch von Wichtigkeit, welchen Druck die Schleimhaut auch bei günstigster Verteilung überhaupt aufnehmen kann. Normalerweise sind das 20 bis 30 kg, es gibt aber auch Fälle, wo die Werte bei 6 bis 7 kg liegen (Wilwers).

Für die Formgebung der Frontzähne spielt die Kosmetik eine ausschlaggebende Rolle. Die Nachahmung des anatomischen Bildes genügt hier aber auch gleichzeitig allen funktionellen Erfordernissen (Balters, Thielemann). Es besteht also keine Veranlassung, die anatomisch vollendet nachgebildeten, form- und farbschönen modernen Frontzahntypen verbessern zu wollen. Lediglich Geier verlangt, bei Verwendung moderner Flachzähne im Seitenzahnbereich auch der Front eine Abrasionsform zu geben, also die spitz zulaufenden Schneidekanten abzuschleifen. Das ist aber überflüssig, wenn ganz geringer Ueberbiß gewählt werden kann, weil dann ein Hindernis für das Gleiten in Vor- und Seitbiß-Stellung nicht besteht, wenigstens nicht im Frontgebiet. Wo stärkerer Ueberbiß nicht zu umgehen ist, wird man besser das Gleithindernis so umgehen, daß man den sagittalen Abstand der oberen und unteren Frontzahnschneiden vergrößert. Denn der Abbiß mit beiderseits abgeschliffenen Schneidekanten macht erheblich größere Druckanwendung nötig. Das spielt selbstverständlich beim physiologisch verankerten natürlichen Abrasionsgebiß kaum eine Rolle, kann aber bei der weniger belastbaren abnehmbaren Prothese eine er-

hebliche Funktionsverminderung bedeuten. Keine Geltung hat diese Ueberlegung natürlich in den Fällen, wo von vornherein auf die Sicherung des Abbißes verzichtet wird.

Die Frage der Kauflächengestaltung im Seitenzahngebiet konnte wissenschaftlich erst in Verbindung mit den Forschungen über das Artikulationsproblem angegangen werden. Sie ist ja selbst nur ein Teilgebiet dieses vielumstrittenen Fragenkomplexes. Bis vor kurzem hatten die Anschauungen Gysis dogmatische Bedeutung und auch heute noch dürften rund 80% der für die Vollprothese verwendeten Kauzahnformen Hochhöckerzähne vom Typ der Anatoformzähne sein. (Reichenbach). Auf anatomischer, physiologischer und mathematischer Grundlage versuchte Gysi als erster die individuellen Unterkieferschwingungen zu analysieren und in einer Gelenkmaschine wiederzugeben. Er ging von der Voraussetzung aus, daß es genügt, die Bewegungsbahn von drei Punkten zu reproduzieren. (Beiderseitige Kondylenbahn + Mittelpunkt der unteren Schneidezahnkanten.) So gelangte er zu seiner Artikulationslehre, welche die Physiologie des Kauapparates in ein geometrisch festumschriebenes System zwingen will. Auf die Anfechtbarkeit seiner Lehren soll hier nur insoweit eingegangen werden, als das Problem der Kauflächengestaltung und die in diesem Zusammenhang angestellten Nachprüfungen es notwendig machen. Jedenfalls kam Gysi zu dem wohlbegründeten Schluß, daß die jeweilige Kauflächenform zu den individuellen Unterkieferbewegungen in enger Beziehung steht. Um nun aus der Vielzahl der Höcker, Furchen und Grübchen des natürlichen Zahnes die für Artikulation und Kauleistung wichtigen Flächen zu finden, ging Gysi den Weg des Experimentes. Es ist also nicht zutreffend, wenn so oft behauptet wird, er habe einfach die anatomische Form des natürlichen Zahnes möglichst genau nachgeahmt. Er wollte in seinen Anatoformzähnen Kauwerkzeuge herstellen, die den veränderten Verankerungs- und Belastungsverhältnissen beim Plattenersatz Rechnung tragen und die wichtigen Bißbewegungen in technisch vollendeter Weise

ausführen lassen. In seiner Haifischsägemethode, wo er eine doppelte Haifischzahnreihe im Artikulator alle für den Menschen möglichen Bewegungen gegen einen Gipsblock ausführen ließ, suchte Gysi die Urform des menschlichen Zahnes zu ergründen. Alle technisch als wichtig erkannten Schliff-Flächen wurden geschont, die funktionell unwesentlichen Elemente weggeschnitten. So gelangte Gysi zu einer kosmetisch und anatomisch sehr zufriedenstellenden Zahnform, dem Anatoformzahn. In der Höckerfacettentheorie verlieh er den technisch wichtigen Flächen ihre besondere Funktion beim Kauakt, den er in vier Phasen ablaufen ließ. (Vierphasentheorie). Er kam zu einer Aufteilung in Propulsions-, Retropulsions- und Balancefacetten. Der Gedanke, daß der nichtabgeschliffene, jugendliche Naturzahn weitgehend für den Kunstzahn Vorbild sein muß, hat Gysi jedenfalls beherrscht. Denn der Anatoformzahn zeigt hohe Höcker, ausgeprägte Kauleisten und tiefe Fissuren. Auch die Größe der Kauflächen entspricht der des Naturzahnes. Gysi mußte zu dieser Gestaltung und zu dieser Vorstellung kommen, weil die Höckerform in seinem geometrisch festgefügten Artikulationsgebäude eine wesentliche Rolle spielt. Ein amerikanischer Ingenieur, Hanau, hat später die fünf geometrisch wichtigen Artikulationselemente in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit durch eine Formel dargestellt. (Hanaus Artikulationsquint, später von Major zur Artikulationsquart vereinfacht).

Im Sinne der klassischen Artikulationslehren sind auch die Ansichten, die Villain auf dem IX. Internationalen Zahnärztekongreß 1936 vortrug. Jede Veränderung der Höckerform und erst recht das Weglassen der Höcker ist nach Villain unvermeidlich mit einem Verlust an Kaufähigkeit verbunden. Die Höcker gefährden nicht die Stabilität, sondern sie unterstützen sie bei richtiger Orientierung. Solange die Nahrung zerdrückt wird, muß die statisch einwandfreie Anordnung der Kauflächen für die Stabilität sorgen. Ist der Bissen aber zerdrückt, dann tritt beim Aneinandergleiten der oberen vestibulären und der unteren lingualen Höcker eine schädliche horizontale Druckrich-

tung auf, der die Prothesen durch seitliche Verschiebung auszuweichen suchen. Diese schlechte Bewegung auf der Kauseite kann nur durch den Höckerkontakt auf der Stützseite (Balanceseite) ausgeglichen werden.

Villain übersieht bei diesen Behauptungen, daß die horizontale Druckwirkung gerade durch die Höckerform entsteht. Wenn man durch Höcker auf der Balanceseite die Schubmomente ausgleichen will, die durch die Höckergestaltung auf der Kauseite verursacht sind, so kann man das nur als höchst überflüssige Maßnahme bezeichnen, die ein gedanklicher circulus vitiosus notwendig erscheinen ließ. Freilich wird der Kontakt der Gegenseite einen Teil des Horizontalschubes auf den Alveolarfortsatz dieser Seite übertragen. Das ist aber nicht mit einer Kompensierung der schädlichen Kräfte gleichzusetzen, so bedeutet lediglich eine Verteilung der Schubmomente auf beide Alveolarkämme, also eine Milderung der ungünstigen Beanspruchung.

Die modernen Zahnformen dagegen suchen das Uebel an der Wurzel zu packen, nämlich durch Kürzung oder Weglassen der Höcker die Horizontalschübe überhaupt auszuschalten. Die Ansicht Villains, daß die Höckergestalt der Kauflächen die Idealform für die Nahrungsverarbeitung darstelle (Müller und selbstverständlich auch Gysi sind der gleichen Meinung), ist experimentell widerlegt. Die Kauleistung nichtanatomischer Zahnformen im Vergleich zu der anatomischer wurde mehrfach geprüft. Alle derartigen Versuche arbeiten nach den Angaben von Christiansen: Die Versuchsperson muß Kokosnuß-Stücke von bestimmter Größe mit einer festgelegten Zahl von Kaubewegungen zerkleinern. Das Resultat wird durch eine Reihe von Sieben verschiedener Maschenweite geschickt und so der Kaueffekt abgeschätzt. Vor Jahren schon unternahm Falck Versuche mit Teleoformzähnen. Das Ergebnis war nicht günstig: Die Leistung blieb bis zu 50% unter der von anatomischen Zahnformen. Dagegen zeigten neuere Versuche mit modernen Flachzähnen (Dynamiczähne, Abrasionszähne, Furchenbackenzähne), daß

der Nutzeffekt dieser Kunstkauzähne ungefähr auf gleicher Höhe mit dem von Anatoformzähnen steht.

Daß die Höcker das Ideal für die Nahrungszerkleinerung darstellen, wird aber auch schon dadurch unwahrscheinlich gemacht, daß die Natur selbst normalerweise erst im Laufe der Jahre ein „Gebrauchskauflächenbild" entwickelt, welches die ursprüngliche Höckerform nicht mehr besitzt. Darauf wird im Abschnitt „Abrasion" noch näher einzugehen sein.

Obwohl in dem Bestreben, die statisch richtige Aufstellung ohne Einengung des Zungenraumes zu erleichtern, die Kauflächen der modernen Zahnformen meist sehr schmal gehalten sind, sind ihre artikulierenden Flächen mindestens ebensogroß wie die von Höckerzähnen. Nicht eingeschliffene Höckerzähne lassen nur eine punktförmige Berührung bei Okklusionsstellung und Artikulationsbewegungen zu. Die eingeschliffene Höckerprothese darf nicht zum Vergleich herangezogen werden, weil bei ihr so gut wie immer die ursprüngliche Kauflächenform weitgehend verändert ist. Daß diese Veränderung auf Kosten der Okklusionstellung vor sich gehen muß und zudem auch häufig die Bißhöhe verändern wird, ist unbestreitbar. Modelmog zeigt, daß gut im Artikulator eingeschliffene Prothesen mit Anatoformzähnen eine Kauflächengestaltung bekommen die mit der des Abrasionsgebisses viel Aehnlichkeit hat. Dabei ist aber vom praktischen Gesichtspunkt aus zu bedenken, daß die Einschleifarbeit bei Verwendung anatomischer Zähne mühselig zu sein pflegt, zumal wenn die Stücke nicht im individuellen Artikulator aufgestellt wurden, daß sich dagegen bei modernen Flachzahnformen nur geringere Aenderungen als nötig erweisen. Warum dann der Umweg über die Höckerform?

In der Nachkriegszeit wurden nun die verschiedenartigsten Versuche unternommen, vom anatomischen Bild abweichende Kauzahnformen zu schaffen. Das geschah einerseits darum, weil bei der schulgerechten Anwendung anatomischer Zähne große praktische Schwierigkeiten auftraten, andererseits weil der Glaube an die herrschende

Artikulationslehre Gysis, die ja die theoretische Begründung dieser Zahnformen darstellt, immer mehr ins Wanken geriet. Diese Versuche dürfen keinesfalls mit den empirischen Methoden der „vor- und halbanatomischen Zeit" (Gysi*) auf einen Nenner gebracht werden. Dort stellte man flachhöckerige Zahnformen mit wahllos gestalteten, ornamentähnlichen Fantasiekauflächen so auf, daß sie bei der Artikulation möglichst wenig störten. Heute dagegen sucht man zu Kauzahnformen zu gelangen, die gute Statik und Artikulation auf einfachste Weise erreichen lassen und dabei den Höckerzähnen an Kauleistung zumindest nicht nachstehen. Alle Abweichungen vom Bild des natürlichen Gebisses gingen dabei nicht von dem vermessenen Bestreben aus, die Natur verbessern zu wollen, sondern von der Erkenntnis, daß das künstliche Gebiß anderen funktionellen Verhältnissen unterworfen ist als das natürliche. Sie gehen aber auch von der biologisch gesehen noch bedeutsameren Tatsache aus, daß die Hökkerform der Zähne und die Okklusion und Artikulation des Höckergebisses gar nicht das absolut und für jedes Lebensalter normale Bild darstellt. Das Studium der Abrasion des natürlichen Gebisses führte zu dieser Erkenntnis und deckte noch weitere anfechtbare Punkte der bisher gültigen Artikulationslehren auf. Es ist daher berechtigt, wenn im Folgenden ein Ueberblick über den Stand der Abrasionsforschung gegeben wird.

Spätestens vom dritten Jahrzehnt ab werden die artikulierenden Flächen der Zähne gekürzt und erfahren dabei eine grundlegende Umgestaltung. Schon die Häufigkeit dieses Vorganges zwingt zu der Annahme, daß es sich hier nicht um eine reine Alterserscheinung handeln kann. An eine Domestikationserscheinung zu denken,

*) Gysi unterteilt die geschichtliche Entwicklung der Kauzahnformen in 5 Abschnitte: 1. 1850—1870 Voranatomische Periode. 2. 1870—1912 Halbanatomische Periode. Mehr Karikatur als Nachahmung menschlicher Zahnformen. 3. 1912 Rein anatomische Periode. Anatoformzahn. 4. 1918—1934 Mechanische Molarenformen. 5. 1934 Periode der funktionellen Norm: 20°—Molar.

verbieten die Befunde an vor- und frühgeschichtlichen Schädeln und die Beobachtungen bei primitiven Völkern der Jetztzeit. Untersuchungen von Schädeln der Neusteinzeit (Greve) ergaben an allen Gebissen mehr oder minder starke Abkauung und zwar durchschnittlich in viel stärkerem Maße, als das bei rezenten Menschen beobachtet wird. Dieser Befund zeigt schon einen wichtigen Faktor für das Zustandekommen der Abrasion auf, nämlich die Beschaffenheit der Nahrung. Die primitiven Verarbeitungsmethoden der Vorzeitmenschen waren daran schuld, daß schleifende Bestandteile z. B. Steinstaub aus Mahlsteinen oder kieselsäurehaltige Spelzen der Getreidekörner (Gröschel) in der Nahrung verblieben. So wird der oft extreme Abrasionsgrad verständlich. Wenn allerdings die Abkauung die Pulpa freilegte, so muß das schon als pathologische Abnutzungsform bezeichnet werden. Hier haben die Schutzvorrichtungen von Pulpa und Dentin nicht mit dem Tempo des Abschliffes Schritt halten können. Bei Fehlen allzu grober Schleifmittel in der Nahrung und gesundem Zahngewebe schützt sich nämlich die Pulpa durch Reizdentinbildung. Das freigelegte Dentin erfährt eine wesentliche Härtesteigerung. Es ist kariesimmun, einerseits, weil die glatten Schlifflächen infolge der ständigen Reinigung durch den Kauakt nicht zu Retentionsstellen werden können, andererseits weil die Umbauvorgänge im Dentin ein Vorwärtsschreiten der bereits eingedrungenen Bakterien nicht gestatten. Diese Ausgleichsvorrichtungen der Natur können als weitere Gründe dafür angesehen werden, daß es sich bei der Abrasion um einen physiologischen Vorgang handelt.

Gröschel untersuchte Schädel aus der Merowingerzeit und bezeichnet die Abkauung als das markanteste Merkmal dieser Schädel. Er vermißte sie lediglich an Gebissen von 3—4jährigen Kindern und in den ersten zwei bis 3 Jahren nach dem Durchbruch des bleibenden Gebisses. Die Untersuchungen von Greve und Gröschel an vor- bzw. frühgeschichtlichen Schädeln werden ergänzt durch Beobachtungen an Naturvölkern der Jetztzeit oder

an der Landbevölkerung, die sich von harter Kost ernährt. (Schröder, Höffken, Wannenmacher). Die Ergebnisse dekken sich mit den bereits genannten. Auch die Gebisse der Rohköstler sollen einen erhöhten Abrasionsgrad aufweisen. Die Beschaffenheit der Nahrung und damit zusammenhängend die Größe der Kaukraft sind also für Tempo und Ausmaß der Abrasion von größter Bedeutung. Daneben spielt natürlich auch die Widerstandsfähigkeit von Schmelz und Dentin eine Rolle und weiterhin ist noch wichtig, daß keine Biß- oder Stellungsanomalien der Abkauung im Wege stehen.

Zu den wenigen Autoren, die heute in der Abrasion nicht bedingungslos eine zweckmäßige Einrichtung erblikken können, gehört M. Müller:

„Man hat gesagt, daß die wahre Okklusion erst an abradierten Gebissen zu finden sei. Man beschuldigt damit die Natur, daß sie in Jahrmillionen nicht imstandegewesen sei, ihrem Geschöpfe schon in jungen Jahren einen tadelfreien Kauapparat zu geben. Nein, dieser Gedanke erscheint mir widersinnig und ich müßte sonst die vielen bedauern, die bis in ihr hohes Alter hinein so gut wie keine Abrasio ihres oft vollständigen Gebisses aufweisen . . . . Ich glaube nicht an die Berechtigung, die abradierten Gebisse als die ursprünglich normalen und erstrebenswerten bezeichnen zu können. . . . . Ich kann mich nur dazu verstehen, daß man beim gealterten Gebiß gegebenenfalls von einer „Abrasions-Okklusion“ sprechen kann mit dem Bewußtsein vor Augen, daß sie im Gegensatz zur Normalokklusion steht“.

Müller wendet also gegen die moderne Ausdeutung der Abrasion ein, durch sie werde die Natur einer seit Jahrmillionen fortgeführten Unvollkommenheit beschuldigt. Wohlgeeignet diesen Vorwurf zu entkräften, sind die Gedanken Adloffs, die er schon 1926 in einer Betrachtung über Zweckmäßigkeiten des menschlichen Gebisses bringt: Die Natur handelt durchaus zweckmäßig, wenn sie dem Individuum nicht gleich die endgültige und brauchbarste Gebißform mitgibt, sondern diese erst einschleifen läßt.

Denn die anfängliche Höckergestaltung ermöglicht die genaue Einrichtung und Fixierung auch solcher Zähne, die nicht mathematisch genau an dem ihnen zustehenden Platz in der Zahnreihe zum Durchbruch kommen. Darin ist auch nach der heutigen Auffassung die einzige Aufgabe der Höcker zu erblicken. Adloff weist darauf hin, daß die Zähne der Pflanzenfresser erst durch die Abrasion eine Kauflächenform bekommen, die zum Zerreiben und Zermahlen der Nahrung am günstigsten ist. Schmelz und Dentin nützen sich wegen ihrer verschiedenen Härte verschieden schnell ab und die überstehenden Schmelzleisten stellen ein reibeisenartig wirkendes, ausgezeichnetes Zerkleinerungsmittel dar. Dieses Ausmaß ist beim Menschen normalerweise nicht zu erwarten; denn er ist omnivor. Sein Gebiß geht aber in der Entwicklung mehr in Richtung der Pflanzen- als der Fleischfresser. Das ist ein entwicklungsgeschichtlicher Hinweis darauf, daß die Abrasion auch für den Menschen ein vorteilhafter, ja notwendiger Vorgang sein dürfte. — Daß manche Gebisse bis ins hohe Alter keine Abrasion zeigen, findet seine Erklärung in der heutigen viel zu weichen Ernährung und in dem häufigen Vorkommen von Gebißanomalien. Für die Auffassung Müllers kann sie kein Beweis sein.

Die Abrasion beobachtet übrigens auch der zahnärztliche Orthopäde im Milchgebiß. Das „unreife" Milchgebiß zeigt ausgeprägte Höcker bis zum vollendeten Durchbruch der Zähne. Wenn der Zahnbogen geschlossen ist, gehen die Höckerflächen allmählich verloren und ermöglichen so die zur Ausbildung normaler Okklusionsverhältnisse im bleibenden Gebiß so wichtige Mesialverschiebung des Unterkiefers.

Rein morphologische Klassifizierungen der Abrasion geben die Einteilungen Respingers, Thompsons und Martins. Martin kennt vier Grade der Abrasion.

O = keine Abschleifung.
1 = Schmelz abgeschliffen, jedoch Höcker noch deutlich.
2 = An einzelnen Stellen liegt das dunkle Dentin frei.

3 = Der ganze Schmelz der Kaufläche ist abgeschliffen.

4 = Die Krone ist bis nahe am Zahnhals abgekaut.

Genaue Forschungen über die Abrasion, die wichtige Rückschlüsse auf die Physiologie des Kauaktes erlauben, entstammen der Schule G. Weţels. Nach dem Vorbild Mühlreiters unterscheidet Weţel 3 Ursachen und dementsprechend auch drei Formen der Abkauung:

1. Kontaktschliffe entstanden durch Reibung der Zähne aneinder infolge der Okklusion.
2. Kauschliffe entstanden durch schleifende Nahrungsbestandteile.
3. Interstitielle Reibungsfacetten entstanden durch seitliche Verschiebung benachbarter Zähne gegeneinander.

Uns interessieren die beiden ersten Abkauungsformen. Weţel beschreibt die durch Kontaktschliffe entstandenen Abrasionsflächen als „scharf begrenzte, glatt polierte und glänzende, schräg geneigte Flächen. Diese Facetten zeigen zwar zahlreiche kleinere individuelle Abweichungen, ihre Lage ist jedoch bei normaler Okklusion ziemlich konstant. An den unteren Zähnen liegen die Schliffacetten an dem Uebergang der äußeren Bogenflächen in die Kaukanten, an den oberen Zähnen dagegen an den palatinalen Flächen". „Die durch die Wirkung der Nahrungsbestandteile beim Kauen entstandenen Flächen lagern ungefähr horizontal. Sie besitţen weder die scharfe Begrenzung noch das glänzende Aussehen der Kontaktschliffe. Der Grad ihrer Ausbildung ist von der Art der Nahrung abhängig." Die sichere Unterscheidung der Kau- und Kontaktschliffe gelingt aber nur zu Beginn der Abnützungsperiode (Mühlreiter).

In neuerer Zeit wurde von Weţel und seinen Schülern Modelmog und Schmidt der Begriff des Gebrauchskauflächenbildes herausgearbeitet. Darunter wird die Form der Gesamtkaufläche des Ober- und Unterkiefers verstanden, welche unter der Wirkung der Abkauung entsteht. „Die Gebrauchskauflächenbilder beginnen sich zu

formen frühestens etwa vom 25. Lebensjahr ab, werden gut ausgeprägt wohl erst nach dem 30. und finden sich von da ab etwa bis zum 45." (Modelmog). Sie entstehen bei vollständiger Bezahnung und normalem Ueberbiß regelmäßig. Balters will übrigens als wichtiges und eventuell störendes Führungselement nicht die Schneidezahnführung angesehen wissen. Er beschreibt 3 Arten der Eckzahnführung und behauptet, daß unabhängig vom Ueberbiß immer Abrasion festzustellen sei, wenn nicht die Eckzahnführung die Ausbildung verhindere.

Alle Abrasionsformen, die zwischen dem eben durchgebrochenen Gebiß und dem Alterskopfbiß mit ganz ebener Kauflächengestaltung liegen, teilt Schmidt in 5 Stadien ein. Er kennt zwei Formen von Gebrauchskauflächenbildern, welche zeitlich aufeinanderfolgen. Die 5 Stadien der Abnutzung (der Ausdruck „Kauflächenbildung wäre m. E. besser, weil beim ersten Stadium noch keine Abnutzung vorhanden ist) beschreibt Schmidt wie folgt:

1. Stadium: Das ursprüngliche Hügelbild des eben durchgebrochenen Gebisses.
2. Stadium: Die Höcker beherrschen trotz vielfacher Abschliffe das Bild. Diese Form ist gewöhnlich in den Lehrbüchern beschrieben.
3. Stadium = Erste Stufe des Gebrauchskauflächenbildes; eine zylindrische und rinnenförmige Aushöhlung geht an beiden Kiefern über alle 3 Mahlzähne hinweg. Sie liegt im Unterkiefer linqual, im Oberkiefer bukkal. Im Oberkiefer überwiegen oft noch die Hügelformen.
4. Stadium = Zweite Stufe des Gebrauchskauflächenbildes: Die Neugestaltung der Kauflächen durch die Abrasion zeigt sich hier in der höchsten Ausbildung. Die Hügel sind ganz geschwunden. Man sieht ausgeprägte Grenzleisten, Binnenleisten und ausgedehnte, fast horizontal gelagerte Abschliffe.

5. Stadium: Durch Abschliff der Bildungen des Gebrauchskauflächenbildes ist ein funktionell minderwertiger Alterskopfbiß entstanden. Darum kann man diese Form nicht mehr als drittes Stadium des Gebrauchskauflächenbildes bezeichnen.

Die übereinstimmende Beobachtung der Paradentoseforscher geht dahin, daß im Abrasionsgebiß die Paradentose zu den Seltenheiten gehört. Prophylaktisch und therapeutisch gilt in der modernen Paradentosebehandlung der Grundsatz, durch systematische Ausartikulierung eine harmonische Druckverteilung im Kauapparat zu schaffen, wenn die Natur nicht schon selbst dieses Ziel durch die Abrasion erreichte.

Es geht also auch hier um die Ausschaltung der horizontalen Schubwirkungen durch störende Höcker und so gewinnen die Beobachtungen aus dem Lager der Paradentoseforscher auch für den Prothetiker hohe Bedeutung. Ergänzend muß allerdings noch beigefügt werden, daß die geringe Anfälligkeit des Abrasionsgebisses für Paradentose auch dadurch mitbestimmt wird, daß durch Kürzung der Kauflächen das Verhältnis der klinischen Kronenlänge zur klinischen Wurzellänge im günstigeu Sinne verschoben wird (Stärke, Schalow). Der extraalveoläre Hebelarm wird durch die Abkauung kleiner, schädliche Horizontalkräfte also weniger stark wirksam.

Die im Abrasionsgebiß erreichte harmonische Druckverteilung wird als Artikulationsgleichgewicht bezeichnet.

Schröder spricht im gleichen Sinne von funktioneller Norm und versteht unter einem funktionell normalen Gebiß ein solches, das in allen Artikulationsphasen größtmöglichen Schleifkontakt hat. Wannenmacher zieht noch die übrigen druckerzeugenden und druckübertragenden Momente (Kiefergelenk, Knochen, Muskulatur) in die Betrachtung und gelangt zu folgender Definition:

„In dem funktionellen System des gesamten Kauapparates ist dann ein sogenanntes Artikulationsgleichgewicht vorhanden, wenn in allen Artikulationsphasen ein

fortlaufender Kontakt der Zahnreihen vorhanden ist und die auftretenden Belastungen in allen Punkten des Systems einschließlich des Kiefergelenkes entsprechend des jeweiligen anatomischen Aufbaues (Zähne, Knochen, Muskulatur) harmonisch verteilt sind".

Der Paradentoseforscher Breuer verlangt, daß schon mit 20 Jahren die ersten Abschliffe an den scharf ausgebildeten Höckern jugendlicher Zähne zu beobachten sein müssen. Fehlt die Tendenz zur Selbstabschleifung, so muß durch künstlichen Abschliff nachgeholfen werden. Um möglichst individuelle Schlifflächen zu erzielen, empfiehlt es sich dabei, nur die gröberen Höckerstörungen mit dem Schleifstein wegzunehmen, die Feinarbeit aber durch den Patienten selbst vornehmen zu lassen. Man bringt ein Schleifmittel (Karborund + Vaseline oder Kakaobutter, Schleifbonbon nach Trebitsch) zwischen die Zahnreihen und läßt ausgiebige Artikulationsbewegungen ausführen. Dieser Vorschlag verdient auch beim Einschleifen von Ersatzstücken Berücksichtigung zu finden.

Breuer betont, daß das jugendliche Gebiß schon deswegen nicht ideale Okklusions- und Artikulationsverhältnisse bieten kann und auch für die Kauleistung nicht die günstigste Gestaltung hat, weil sich die Höcker nur punktförmig berühren. Bertisch (zitiert nach Breuer) hat experimentell gezeigt, daß der Verlust des ursprünglichen Höckerbildes nicht zu einer Minderung der Kaufähigkeit führen muß, wie z. B. Villain behauptet, sondern bei richtigem Abschliff eine Verbesserung erreicht wird. Er untersuchte das Kauvermögen von natürlichen Gebissen ohne Abrasion vor und nach der künstlichen Ausartikulierung. Es ergab sich in allen Fällen eine Erhöhung der Kauleistung.

Nach diesen Ueberlegungen kann als feststehend gelten, daß die Höcker im natürlichen Gebiß nicht die Rolle für Artikulation und Kaufunktion spielen, die ihnen von der bisher herrschenden Artikulationslehre zugeschrieben wurde. Im Gegenteil, die Natur schafft erst im Laufe der Jahre bei der funktionellen Beanspruchung des

Kauapparates die günstigsten Verhältnisse. Im jugendlichen Gebiß mögen die Höckerstörungen deswegen nicht sofort zu den geschilderten Schädigungen des Paradentiums führen, weil hier der junge, umbaufähige Zahnhalteapparat der ungünstigen Druckwirkung trotzen kann.

Wenn also heute „nichtanatomische" Kunstkauzähne konstruiert werden, so ist das nicht gleichbedeutend mit einer Abweichung von der idealen Kauflächenform. Nicht nur die praktischen Schwierigkeiten beim Aufstellen und Einschleifen der Hochhöckerzähne, nicht nur die Erkenntnis, daß die abnehmbaren Prothesen andern Belastungsverhältnissen unterliegen als das natürliche Gebiß, rechtfertigen diese Versuche. Nein, der Hochhöckerzahn ist gar nicht das naturgegebene Vorbild, sondern sein Kauflächenbild ist lediglich eine Jugendform, die ihre zweckmäßige Gestaltung erst durch die Funktion erhält.

Nun bleibt noch die Frage offen, ob das im Abrasionsgebiß angestrebte Artikulationsgleichgewicht auch für die totale Prothese unbedingtes Erfordernis ist. Die klassischen Artikulationslehren stellten diese Forderung, auch die Berliner Schule verlangt möglichst umfangreichen Schleifkontakt. Flächenhafte, ausgedehnte Berührung der Zähne auf der jeweiligen Kauseite ist ja schon im Interesse der Kauleistung unbedingt zu verlangen. Daß aber an mindestens 2 weiteren Punkten in jeder Artikulationsphase die Abstützung der Prothesen erfolgen muß, erscheint als überflüssiges Verlangen. Wenn ordnungsgemäße statische Verhältnisse geschaffen und durch zweckmäßige Kauflächengestaltung Horizontalschubkräfte vermieden sind, dann kann in keinem Abschnitt, des Kauaktes eine Lösung der Prothesen von ihrer Unterlage erfolgen. Im natürlichen Gebiß stellt jeder Zahn ein relativ bewegliches, isoliertes Gebilde dar, das durch Abstützung innerhalb des Zahnbogens und innerhalb der artikulierenden Flächen vor Ueberlastung geschützt werden muß. Bei der totalen Prothese wird aber der Druck immer gut auf die tragende Schleimhaut verteilt, wenn sich der Kaudruck im Sinne einer Stabilisierung auswirkt und die Prothe-

senbasis so geformt ist, daß sie den Kaudruck zweckmäßig verteilen kann. Die Herstellung des Dreipunktkontaktes kann also nicht als conditio sine qua non angesprochen werden. Man muß Balters zustimmen, der das Geheimnis des Artikulationsproblems darin erblickt, daß die vielfachen Schließbewegungen der Kiefer bei ihrem Uebergang in schleifende Bewegungen (Artikulationsbewegung) durch die künstlichen Zähne keine Hemmung erfahren. Dieses Ziel wird vor allem durch zweckmäßige Kauflächengestaltung erreicht.

Es lag nahe, aus der Form der Abrasionsflächen Rückschlüsse auf die stattgehabten Unterkieferbewegungen zu ziehen und so die Richtigkeit verschiedener Artikulationstheorien nachzuprüfen. Müller machte zuerst darauf aufmerksam, daß die Schliffflächen nicht mit der Vierphasentheorie in Einklang zu bringen sind. Nach dieser müßten die bukkalen und oralen Höcker gleichmäßig abgeschliffen werden, wenn die Zähne von der Höcker-Hökkerstellung der dritten Phase in die Schlußbiß-Stellung der vierten Phase gleiten. In den Abrasionsgebissen werden aber im Oberkiefer zuerst die palatinalen, im Unterkiefer zuerst die bukkalen Höcker abgekaut. So kommen ja schließlich die typischen Mulden und Binnenleisten des Gebrauchskauflächenbildes zustande. Müller lehnt aber die Vierphasentheorie nicht generell ab, er modifiziert sie nur: „Es ist zwar einwandfrei, daß die besagte rückläufige Bewegung (vierte Phase) überwiegt, aber wenn die Speise genügend zerkleinert ist, dann wird das Mahlgut durch reibende Bewegung von der Okklusion in Richtung auf die den nötigen Feinheitsgrad der Zerkleinerung bestimmende Zunge zermahlen".

Wannenmacher kann ebenfalls die Abrasionsform nicht in Uebereinstimmung mit der Rundbißtheorie bringen und kommt zu dem Ergebnis, daß unsere Artikulationslehren praktisch wie theoretisch revisionsbedürftig seien. Interessant ist, daß Wannenmacher auch das Gesetz der transversalen Niveaudifferenz (Walker), nach dem die Kauebene jedes Zahnes eine ganz bestimmte trans-

versale Neigung zur Kauebene haben und das von allen Artikulationslehrern übernommen wurde, in der Mehrzahl der Fälle nicht bestätigt fand.

Ganz neue Gedanken zu diesem Thema bringt Hiltebrandt. Die Kaubewegung müßte, wenn sie tatsächlich im Sinne der Vierphasentheorie ausgeführt würde, nach dem Geseß der schiefen Ebene horizontale Schubwirkungen auf die natürlichen Zähne ausüben und zwar nicht nur im Höcker- sondern auch im Abrasionsgebiß. Diese Kräfte müßten alsbald zu einer Schädigung des Zahnbettes, zur Lockerung führen. Die Lösung findet Hiltebrandt in seiner Lehre vom Kauakt. Er unterscheidet zwei für das Kauen bedeutsame Unterkieferbewegungen:

1. Eine einfache Oeffnungs- und Schließungsbewegung die dann stattfindet, wenn breiige Speisen zum Schlucken vorbereitet werden sollen.
2. Eine Quetsch-Reibebewegung zum Zerdrücken härterer Speisen. Dabei wird zuerst in senkrechter Richtung die Nahrung zerdrückt und dann führt der Unterkieferzahn von der zentralen Stellung aus kleine Reibebewegungen nach palatinal aus. Der Kaudruck wird dabei auf ein umschriebenes Gebiet des Gebisses konzentriert.

Die Kondylenbahnneigung ist nach Hiltebrandt nicht ein Artikulationsfaktor zur Gewährleistung des Artikulationsgleichgewichtes, sondern soll im Gegenteil ermöglichen „den Kaudruck auf jede gewünschte Stelle des Gebisses zu konzentrieren. Auch Wustrow erkennt ja die Gelenkbahn als Führungselement nur für die sogenannten Leerbewegungen an. Für die Kieferbewegungen unter Kaudruck hält er die Innervation und Anordnung der Muskulatur für ausschlaggebend („eingeschliffene Bewegungsbahnen"). Auf Grund der Abrasionsforschung kann Hiltebrandt nicht gefolgt werden, wenn er die Bedeutung des Artikulationsgleichgewichtes für das natürliche Gebiß leugnet. Sicher ist aber, daß seine Vorstellung vom Ablauf des Kauaktes im Gegensaß zur Vierphasentheorie nicht im Widerspruch zur Abrasionsform steht.

Kloß wollte an Ersatzstücken künstlich Abrasionsflächen schaffen und ging dabei einen originellen Weg: Er verwandte auf der einen Kieferseite Anatoformkauzähne, auf der anderen einen Abguß anatomischer Zähne in Silberzinnlegierung. Die relativ weichen Metallzähne zeigten schon nach wenigen Wochen ausgeprägte Schlifflächen. Jedoch auch hier hatten die bukkalen und oralen Höcker nicht den nach der Vierphasentheorie zu erwartenden gleichmäßigen Abschliff. Auch dieser Autor gelangt infolgedessen zu einer Ablehnung der Gysischen Lehre. Auch Balters beschreibt einen Fall, wo bei einem Aluminiumoberstück die Kauflächen in Metall mitgegossen waren. Auch hier zeigten die Schlifflächen ein Bild, das der Vierphasenlehre widerspricht.

Welche praktischen Ergebnisse hat nun die Suche nach zweckmäßigeren Kauzahnformen gezeitigt? — Man kann die modernen, vom anatomischen Bild abweichenden Kunstkauzähne in vier Hauptgruppen einteilen:

1. Kauzahnformen, die noch weitgehende Aehnlichkeit mit den anatomischen Zähnen aufweisen. (20° Molar, French's Posteriors).
2. Kauzahnformen, die vor allem die laterale Gleitmöglichkeit erleichtern sollen. (Saxonia-Rationalzähne, True-Cusp-Teeth, Dynamiczähne).
3. Kauzahnformen, die vor allem die sagittale Gleitmöglichkeit erleichtern sollen. (Teleoformzähne, Channel-Teeth).
4. Kauzahnformen, die durch völlig höckerlose Gestaltung die Gleitmöglichkeit allseitig erleichtern sollen. (Hallsche Zähne, Vita-Abrasionszähne, Furchenbackenzähne).

Bezüglich der genauen äußeren Beschreibung der neuzeitlichen Kauzahnformen kann auf die Arbeiten von Thielemann und Reichenbach verwiesen werden.

Gysis 20° Molar hält an der anatomischen Grundform fest, aber die Facettenneigung zur Kauebene ist wesentlich geringer gehalten als beim Anatoformzahn. (Propulsionsfacetten 20°, Seitbißfacetten 5 Grad). Gysi behauptet,

daß bei dieser Höckerneigung Horizontalschubkräfte nicht mehr zu erwarten seien. Bemerkenswerterweise nimmt er auch Bezug auf die Abrasion und sagt, der 20°Molar entspreche dem Abkauungszustand eines fünfundvierzigjährigen Menschen. Da der Zahn in Deutschland nicht vertrieben wird, kann über seine Eigenschaften weiter nichts ausgesprochen werden.

Bei den amerikanischen „Frenchs Posteriors" haben die oberen Zähne normale Flachhöckerform, ebenso der erste untere Prämolar. Dagegen zeigen die übrigen Kauzähne des Unterkiefers eine stark vom anatomischen Bild abweichende Form, der die Absicht zugrunde liegt, durch recht schmale Kauflächengestaltung die statisch richtige Aufstellung zu erleichtern.

Der Saxonia-Rationalzahn (Fehr) hatte als erster in Deutschland hergestellter Zahn eine bewußt nichtanatomische Kauflächengestaltung. Er war aber wenig geeignet, die Lateralverschiebung des Unterkiefers zu erleichtern, weil die dachartigen Transversalleisten nur dann reibungslos aneinandergleiten könnten, wenn die Seitwärtsbewegung im Sinne einer reinen Parallelverschiebung vor sich ginge. Die auch kosmetisch unbefriedigende, plumpe Zahnform ist heute als veraltet anzusehen.

Sehr ähnlich sind die amerkanischen True-Cusp-Teeth konstruiert. Auch sie haben Transversalleisten, gleichzeitig aber tiefe Fissuren für den störungsfreien Abfluß des Speisebreies.

Transversalleisten haben auch die Schröderschen Dynamiczähne. Hier verlaufen sie aber mehr diagonal über die Kaufläche und können ohne nennenswertes Abschleifen so zu liegen kommen, daß sie die Lateralbewegung nicht stören. Dem Abkauungsgrad nach entsprechen die Zähne dem dritten Abkauungstadium, also der ersten Stufe des Gebrauchskauflächenbildes. (Schmidt). Trotz der schmal gehaltenen Kauflächen entsprechen sie in der Kauleistung ungefähr den Anatoformzähnen. Die Dynamiczähne werden beim Aufstellen nicht transversal gekippt, sondern ihre Kauflächen horizontal gestellt. Die Zähne sind so

schmal, daß die statisch richtige Aufstellung den Zungenraum kaum einengt. Richtige statische Verhältnisse können durch einfaches Verschieben der Zähne längst ihrer Diagonalleisten leicht erzielt werden. Dem Vorschub können allerdings bei flacher Gelenkbahn die Diagonalleisten noch im Wege stehen, was für die Indikationsstellung berücksichtigt werden muß. Es werden zwei Typen der Dynamiczähne hergestellt, eine mit stärkeren, eine mit flacheren Querleisten.

Zu den Zähnen, die in sagittaler Richtung keine Höcker aufweisen, gehört der Teleoformzahn. (Hiltebrandt.) Eine dachförmige Erhebung der unteren Kauflächen beißt in eine entsprechende Mulde der oberen. Der Kaueffekt dieser Zähne ist ungenügend (Falk, Balters), die laterale Gleitmöglichkeit verständlicherweise sehr erschwert. Dieser heute nicht mehr verwendeten Kunstzahnform ähnlich sind die Channel-Teeth (Sears.) Sie geben volle sagittale Gleitmöglichkeit, gestatten aber durch ihren eigenartigen Aufbau auch eine gewisse laterale Verschiebung.

Vollkommen höckerlos sind die Hallschen Zähne (Inverted Cusp-Teeth). Sie besitzen ein bis zwei zentrale Mulden, die von scharfen Porzellanleisten eingefaßt sind. Durch besondere Aufstellvorschriften soll das Einklemmen der Wange und die Retention von Speiseresten in den Mulden verhindert werden.

Die Vita-Abrasionszähne (Hiltebrandt) erlauben durch ihre zylinderförmige Kauflächengestaltung statisch einwandfreie Aufstellung unter Vermeidung der Kreuzbißstellung und ohne übermäßige Einengung des Zungenraumes. Der Oberkieferzahn kommt mit horizontal gestellter Kaufläche senkrecht unter den Oberkieferkamm. Die Kuppel des Unterkieferzahnes wird in der Mulde des oberen dann einfach in die zweckmäßigste Stellung gedreht. Durch scharfe Rand- und Diagonalleisten wird eine kräftige mechanische Wirksamkeit erzielt, die der von Anatoformzähnen nicht nachsteht. Eine nennenswerte Behinderung der Kieferbewegungen ist nach keiner Rich-

tung zu erwarten. Einige Aehnlichkeit mit den Abrasionszähnen mögen die Schröderschen Kuppelzähne aufgewiesen haben, die aber nie in den Handel kamen.

Vollkommen plan sind die Kauflächen der Balterschen Furchenbackenzähne. Eine kräftige Längsfurche und kräftige Querrillen geben dem schmal gehaltenen Kauzahn eine intensive, reibeisenartige Wirkung. Die Kompensationskurven in transversaler und sagittaler Richtung sind bei der Aufstellung zu berücksichtigen, doch ist eine eventuell nötige Korrektur bei der Einprobe sehr leicht möglich. Auf die Orientierung der unteren Zahnreihe gegen die obere in mesiodistaler Richtung braucht wegen der allseitigen Verschieblichkeit gar keine Rücksicht genommen zu werden. Ein Kunstkauzahn mit allseitiger Verschieblichkeit ist auch der von Thielemann angegebene, der aber über das Versuchsstadium nicht hinauskam.

Als in Deutschland meist verwendete moderne Kauzahnformen können die Dynamic-, Abrasions- und Furchenbackenzähne gelten. Daß ihre Kauleistung der von Anatoformzähnen ungefähr gleichkommt, wurde schon erwähnt. Allen gemeinsam ist auch, daß die Einschleifarbeit bis zu reibungsfreier Artikulation wesentlich weniger Schwierigkeiten macht als bei anatomischen Zahnformen. Horizontale Schubwirkungen sind nur bei indikationsloser Anwendung von Dynamiczähnen zu befürchten.

Für die Indikationsstellung der gebräuchlichsten Kauzahnformen gibt Reichenbach eine tabellarische Uebersicht. (D. Z. W. 1936 Nr. 50) Sie berücksichtigt gewissenhaft die Beziehungen der Kauflächenform zur Stärke der Kieferkämme, zur Ausbildung der Gelenkbahn und zum gewählten Schneidezahnüberbiß. Allerdings sind dabei verschiedene Ueberkreuzungen möglich. Eine steile Kondylenbahn kann z. B. bei einem Gebiß mit allseitiger, starker Paradentose erhalten geblieben sein. Der Grad der Lockerung, Operationsscheu des Patienten, die leidige soziale Indikation oder ähnliche Gründe machen es nur zu oft nötig, sämtliche Restzähne zu entfernen und Totalersatz anzufertigen.

Dann ergibt sich das Bild einer ausgeprägten Kondylenbahn und gleichzeitig stark atrophierter Alveolarkämme. Die Gelenkbahnneigung würde nach Reichenbach anatomische oder Dynamiczähne verlangen, die Kammverhältnisse dagegen Flachzahnformen. Eine ähnliche Unstimmigkeit ergibt sich dort, wo bei involvierten Kämmen aus kosmetischen Gründen ein starker Schneidezahnüberbiß zu wählen ist.

Grundsätzlich sollte darum die Regel gelten, daß in allen Fällen zur Vermeidung von schädlichen Schubkräften den Flachzahnformen der Vorzug zu geben ist. Nur wenn alle Voraussetzungen (gut ausgebildete Alveolarkämme an beiden Kiefern, steile Kondylenbahn) für Höckerzähne gegeben sind, sollten anatomische Zähne verwendet werden. Dann müssen aber auch die indivuellen Kieferbewegungen mit der derzeit größtmöglichen Genauigkeit bei der Aufstellung berücksichtigt und die Stücke im Mund noch gewissenhaft eingeschliffen werden. Daß dabei das ursprüngliche Höckerbild verloren geht, daß dabei auch die ursprüngliche Okklusion zu Verlust kommt, ist bekannt und mindert den Wert der zeitraubenden Arbeit. Die Dynamiczähne mit ihrer ausgezeichneten mechanischen Wirksamkeit machen auch in diesen Fällen die anatomischen Zahnformen entbehrlich. Mit Vorteil kommen sie auch dann zur Anwendung, wenn im natürlichen Gebiß eine Progenie bestanden hat. Nicht in allen, aber doch in vielen Fällen gleitet nämlich der Unterkiefer bei völlig planen Kauflächen im natürlichen wie im künstlichen Gebiß nach vorwärts. Im Laufe der Jahre kann diese Vorverlagerung mehrere Millimeter ausmachen. Die Umbildungen im Kiefergelenk gehen dabei so langsam vor sich, daß sie erfahrungsgemäß keine Schwierigkeiten machen. Dagegen kann, wenn schon der Unterkiefer nach vorn steht, eine äußere Entstellung entstehen bzw. verstärkt werden. Hier können die Diagonalleisten der Dynamiczähne dem Vorgleiten wirksam begegnen.

Eine ungefähre Kenntnis der Gelenkbahnneigung ist jedenfalls nötig, nicht nur für die Wahl der Kauzahnform,

sondern auch als Richtlinie für die Ausbildung der sagittalen Kompensationskurve. Anhaltspunkte dafür gibt Wannenmacher: Je flacher der Kieferwinkel ist, desto flacher muß die Gelenkbahn vermutet werden. Anamnestisch sind die Dauer der Zahnlosigkeit und eventuelle Kiefergelenkbeschwerden auszuwerten. In allen Fällen aber sollte folgende, leicht auszuführende Untersuchungsmethode Anwendung finden:

„Bei möglichst vollkommenem Kieferschluß wird der Gelenkkopf beiderseits abgetastet und während langsamer Oeffnungs- und Schließbewegungen mit dem tastenden Finger verfolgt. Dabei lassen sich fast immer Anhaltspunkte für die Beurteilung der rückwärtigsten Lage der Kondylen und auch über den Verlauf der Gelenkbahnen gewinnen".

Steinhardt empfiehlt die Röntgenaufnahme als sicherstes Mittel zur Festlegung der richtigen Bißhöhe, der zentralen Okklusion und der Gelenkbahnneigung. Doch wird man aus praktischen Gründen diesen Weg nur dann gehen, wenn die Anamnese oder der Untersuchungsbefund besonders schwierige Kiefergelenkverhältnisse vermuten lassen.

Zusammenfassung.

Es wurde versucht, die für die Funktionstüchtigkeit der totalen Prothese wichtigen Punkte herauszuarbeiten und in ihrer Abhängigkeit voneinander darzustellen. Die Relation dieser Punkte will ich in folgendem Schema zum Ausdruck bringen:

I. Fixation

↕

Statik
Artikulation } II. Stabilisierung } III. Schonung des prothesentragenden Mundgewebes.
Zweckmäßige Basisgestaltung }

Bei der Aufstellung dieses Schemas waren folgende Gedankengänge leitend: Die Fixation sorgt für den

Halt der Prothese bei den Leerbewegungen, beim Reden, Lachen und Singen. Die Fixation unterstützend wirkt die statisch richtige Aufstellung der Zähne, weil bei einwandfreier Kammstellung jeder die Kauflächen treffende Druck sich im Sinne einer Befestigung der Prothese auswirken muß. Zusammen mit guten, das Auftreten von Horizontalschubkräften vermeidenden Artikulationsverhältnissen bildet die Statik die Grundlage der Stabilisierung der Prothese. Die Stabilisierung hat den einwandfreien Sitz der Ersatzstücke bei der Funktion, also beim Kauakt, zu gewährleisten. Zur Stabilisierung muß die zweckmäßige Basisgestaltung treten, um den dritten Hauptpunkt der funktionellen Anforderungen zu verwirklichen, nämlich die Schonung des prothesentragenden Mundgewebes. Dieser Forderung genügt ein in allen Artikulationsphasen fest an Ort und Stelle bleibender Ersatz, welcher den Kaudruck auf möglichst ausgedehnte Kieferabschnitte und entsprechend der unterschiedlichen Belastungsfähigkeit der tragenden Gewebe verteilt. Diese harmonische Druckverteilung gewährleistet den Dauererfolg unserer prothetischen Maßnahmen. Alle bisher genannten Punkte — Fixation, Stabilisierung und Schonung des prothesentragenden Gewebes also — sind die Voraussetzungen für die Erreichung des eigentlichen funktionellen Zieles, nämlich die möglichst vollkommene Wiederherstellung der Kaufähigkeit. Im Rahmen der anatomischen und biologischen Gegebenheiten ist also durch eine mechanisch hochwirksame Kauflächengestaltung, die gleichzeitig die Herstellung einwandfreier statischer Verhältnisse und guter Artikulation ermöglichen und erleichtern muß, das Optimum an Kautüchtigkeit anzustreben. Die Praxis zeigt daß man mit den modernen Flachzahnformen am besten den aufgestellten Forderungen gerecht wird. Es galt nun in den folgenden Ausführungen die theoretische Begründung für diese Kunstkauzähne zu liefern.

Nach Darlegung der Auffassung der klassischen Artikulationslehren, die zur Verwendung des hochhöckrigen „anatomischen“ Zahnes führte, wurde an Hand der Abra-

sionsforschung bewiesen, daß die Höckerform von der Natur nicht als Idealform für die Artikulation und Kauleistung geschaffen wurde, sondern mit der Einstellung und Fixierung der durchbrechenden Zähne ihre Aufgabe erfüllt hat. Das in Funktion stehende Gebiß erreicht erst im Laufe der Jahre die für den Belastungsausgleich (Artikulationsgleichgewicht) und die Kaufähigkeit günstigste Form (Gebrauchskauflächenbild). Die modernen „nichtanatomischen" Kauzahnformen haben ihre Berechtigung also nicht nur deshalb, weil sie erheblichen technischen Schwierigkeiten, welche die Verwendung anatomischer Zähne mit sich bringt, vermeiden, sondern es bestehen auch begründete wissenschaftliche Bedenken gegen die Anwendung der Hochhöckerzähne. Die Vierphasentheorie und die Höckerfacettentheorie sollten den bisher gebräuchlichen Kunstkauzähnen vom Typ der Anatoformzähne die wissenschaftliche Begründung geben. Das Studium der Schlifflächen im Abrasionsgebiß ergab aber, daß diese Theorien mit den tatsächlichen Verhältnissen nicht in Uebereinstimmung zu bringen sind.

Die praktischen Erfahrungen an der Erlanger Klinik bestätigen die theoretisch herausgearbeiteten Vorteile der modernen Kauzähne. Die sachgemäße Aufstellung geht infolge der übersichtlichen Kauflächengestaltung wesentlich schneller vor sich als bei den anatomischen Zähnen. Aus dem gleichen Grunde können bei der Einprobe in Wachs kleinere Unstimmigkeiten bezüglich Statik und Artikulation schnell und sicher richtiggestellt werden. Nach der Fertigstellung des Stückes sind dann nur noch die unvermeidlichen, durch das Stopfen und Pressen bedingten Stellungsänderungen durch Einschleifen im Munde auszugleichen. Als wertvollstes Ergebnis muß aber Folgendes herausgestellt werden: Im Gegensatz zu Vollprothesen mit Hochhöckerzähnen, vor allem zu mangelhaft eingeschliffenen Prothesen, wurden nachträgliche Unterfütterungen oder Neuanfertigungen wegen Verlustes des anfänglich guten Sitzes nicht mehr nötig, was unbedingt auf die Ausschaltung horizontaler Schubkräfte zurückzu-

führen ist. Die Patienten hatten auch keine Klagen über ein stumpfes Gefühl beim Kauen, wie sie bei den Flachzähnen aus der voranatomischen Zeit (Bretzelzähne) oder bei total abgeschliffenen Höckerzähnen zu hören sind. Ebenso war der kaumechanische Effekt — im Rahmen des jeweils Erreichbaren natürlich — zufriedenstellend.

Besonders wertvoll sind die neuen Zahnformen bei Vorliegen ungünstiger anatomischer Voraussetzungen für den Totalersatz. In einem Falle z. B., wo bei niedrigen Alveolarkämmen die unteren Zähne durchwegs vestibulär von den oberen aufzustellen waren, konnte mit Anatoformzähnen kein brauchbares Ergebnis erzielt werden. Völlig plane Kauflächen waren hier wegen progener Unterkieferstellung nicht indiziert. Dagegen gelang es, durch Anwendung von Dynamiczähnen ausgiebige laterale Gleitmöglichkeiten zu schaffen und so die Patientin zufriedenzustellen.

Weiter wurde in der vorliegenden Arbeit eine Einteilung der modernen Kauzähne gegeben, die je nach Art der erreichten Gleitfähigkeit in sagittaler und lateraler Richtung zu einer Unterteilung in vier Hauptgruppen führte. Es wurde dann eine Aufzählung und Beschreibung der neuzeitlichen Kunstkauzähne gebracht, wobei der Hauptwert auf die Darlegung der kaumechanischen Wirksamkeit und den Vergleich mit dem Abrasionsbild des natürlichen Gebisses gelegt wurde. Bei den folgenden Anweisungen für die praktische Verwendung dieser Zähne mußte auf die Wichtigkeit gewissenhafter Indikationsstellung für die jeweils anzuwendende Kauzahnart hingewiesen werden. Die Reichenbachsche Indikationstabelle, die gewisse Ueberschneidungen in der Anzeigestellung unvermeidlich macht, wurde ergänzt und besonders auch die Kauzahnwahl bei atypischen Kieferverhältnissen berücksichtigt.

Zum Schluße obliegt mir noch die angenehme Pflicht Herrn Professor Dr. Hauberrisser für die Ueberlassung und Durchsicht der Arbeit, Herrn Dr. Buchsot für wertvolle Ratschläge bei ihrer Fertigstellung herzlich zu danken.

Schrifttum.

Adloff, P. Zweckmäßigkeiten des menschlichen Gebisses. Viertel. f. Zahnhlk. 1926/35.

Balters. W. Neue Ergebnisse der Artikulationsforschung. D. Mund-Zahn-Kieferhlk. 1936/4.

— Zur Kritik Hildebrandts an meinen Untersuchungen über das Kauvermögen von Prothesen mit verschiedenartigen Zähnen. Z. Rundsch. 1930 S. 1032—1038.

Berichte erstattet am IX. Internationalen Zahnärztekongreß der F. D. I. Wien, 1936. Bd. I, II. (Fish, Villain, Wustrow).

Breuer, E., Prophylaxe der Erkrankungen des Paradentiums. Paradentium 1937/6.

Christiansen, E. G., Einige Untersuchungen über das Kauvermögen des künstlichen und natürlichen Gebisses. Viertelj. f. Zahnhlk. 1923/1.

Falck, K., Plattenprothese. D. Z. W. 1934/15.

Fish, E. W., Siehe Nr. 4.

Geier, W., Das Auftreten der Abrasionsflächen an den natürlichen Zähnen. Z. R. 1937/15.

Greve, K., Abkauungserscheinungen an Gebissen der Neusteinzeit. D. Z. W. 1936/35.

Grohs, R., Die Verwendung des anatomischen Gipsabdruckes zum Aufbau einer totalen Prothese. Z. Stomat. 1936/14, 15.

— Erfahrungen mit Unterkieferabdrücken bei vollständigem Zahnersatz. Z. Stomat. 1937/15.

Gröschel, W., Pathologische Erscheinungen an den Zähnen der Kiefer der Alemannen . . . D. Zahn-Mund-Kieferhlk. 1937/6.

Gysi, A., Die Entwicklung der Kauflächen der künstlichen Mahlzähne und die physikalischen Gesetze, die deren Funktion beherrschen. Schweiz. Mschr. f. Zhlkde. 1937/3.

— Zahnersatzkunde, in Scheff, Handbuch der Zahnheilkunde. 1929.

Hensler, H., Die Verankerungsmethoden totaler Unterkieferprothesen. D. Z. W. 1936/9.

Hiltebrandt, K., Die physiologischen und statischen Grundlagen der totalen Prothese. Essen, 1935.

Janke, G., Die Indikation der Saugerverankerung unter Berücksichtigung neuer Saugerarten. D. Z. W. 1937/15.

Kloß, R., Die Artikulation im natürlichen und künstlichen Gebiß u. ihre Beziehungen zur funktionellen Gestaltung der Kauflächen. D. Z. W. 1936/49.

Major, E., Ueber die Vollprothese. Z. R. 1937/47, 48, 49.

Modelmog, A., Das Gebrauchskauflächenbild des menschlichen Gebisses im mittleren Alter. In.-Diss. Greifswald, 1934.

Mosch, E., Zahnärztliche Untersuchungsergebnisse d. Schädelsammlung des Kaiser Wilhelm Instituts für Anthropologie. Z. R. 1931/1.

Mühlreiter, Anatomie des menschlichen Gebisses. Leipzig, 1928.

Müller, M. Artikulation und Artikulatoren. D. Z. W. 1930.

— Die Entstehung der Okklusionskurve. D. Z. W. 1937/29, 32, 39.

Rehm, H., Vermeidung und Behebung von Mißerfolgen bei totalen Prothesen. München, 1937.

Schalow, W., Die partielle Prothese in Theorie und Praxis. Z. R. 1934/14ff.

Schmidt, G. Vorstufen und Kennzeichen der einzelnen Zähne des Gebrauchskauflächenbildes nebst seiner Bedeutung für die Prothetik. In.-Diss. Greifswald 1936.

Stärke, W., Paradentose. München 1937.

Thielemann, K., Kauflächengestaltung und Anwendungsbereich neuer deutscher und amerikanischer Kunstzähne. Viertelj. f. Zahnheilk. 1933. S. 386.

— Die Hanau-Artikulationsformel ein Hilfsmittel der Hanau-Artikulationslehre. Z. R. 1932/9.

Villain, G., Siehe Nr. 4.

Wannenmacher, E., Abrasio und Reizdentinbildung. D. Z. W. 1930/25.

— Konstitution und funktionelle Auswirkungen im Gebiß. D. Z. W. 1934/7, 8.

— Die anatomisch-physiologischen Grundlagen des totalen Zahnersatzes. D. Zahn-Mund-Kieferheilk. 1936/1.

Wetzel, G., Lehrbuch der Anatomie für Zahnärzte und Studierende der Zahnheilkunde. Jena, 1910.

Wilwers, A., Ueber die Entwicklung und den Stand der Formen von Porzellankauzähnen . . . In.-Diss. Bonn, 1934.

Wustrow, P.. Siehe Nr. 4.

— Physikalische Grundlagen der zahnärztlichen Platten- und Brückenprothese. Leipzig, 1919.

Lebenslauf.

Am 8. Dezember 1909 wurde ich in Bamberg geboren, besuchte 4 Jahre die Volksschule, dann 9 Jahre das humanistische Gymnasium zu Bamberg. Nach der Reifeprüfung (1929) studierte ich in Erlangen Zahnheilkunde. 1931 bestand ich das zahnärztliche Physikum. 1933—1936 war ich Werkstudent und vollendete 1937 mein Studium durch Ablegung des zahnärztlichen Staatsexamens.